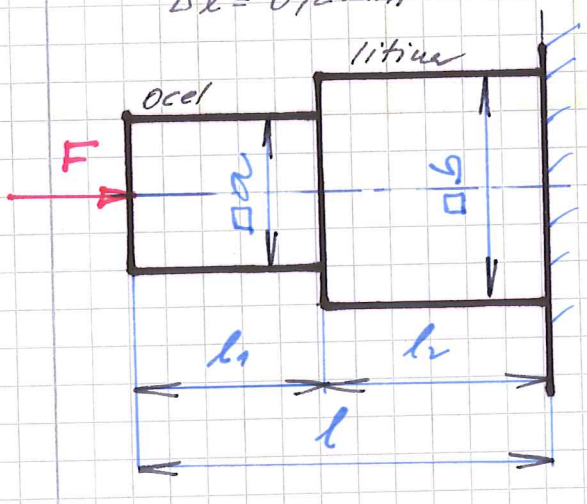
V-10 Určete velikost síly F tak, aby zkrácení sloupu bylo Δl

D: $a = 50\,mm$, $b = 75\,mm$, $l_1 = 250\,mm$ **U:** F

$l_2 = 300\,mm$, $E_1 = 2 \cdot 10^5\,MPa$, $E_2 = 1{,}2 \cdot 10^5\,MPa$

$\Delta l = 0{,}2\,mm$



$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = \frac{F \cdot l_1}{E_1 \cdot S_1} + \frac{F \cdot l_2}{E_2 \cdot S_2} =$$

$$\Delta l = F\left(\frac{l_1}{E_1 \cdot a^2} + \frac{l_2}{E_2 \cdot b^2}\right) \Rightarrow$$

$$F = \frac{\Delta l}{\frac{l_1}{E_1 \cdot a^2} + \frac{l_2}{E_2 \cdot b^2}} =$$

$$= \frac{0{,}2\,mm}{\frac{250\,mm}{2 \cdot 10^5\,MPa \cdot 50^2\,mm^2} + \frac{300\,mm}{1{,}2 \cdot 10^5\,MPa \cdot 75^2\,mm^2}}$$

$$F = 211765\,N \doteq 212\,kN$$

V-11 Navrhněte velikost průměru d tyče kruhového průřezu a zjistěte její prodloužení, je-li namáhána na tah silou F

D: $F = 2 \cdot 10^3\,N$, $l = 1{,}5\,m = 1500\,mm$ **U:** d, Δl

$\sigma_{Dt} = 160\,MPa$, $E = 2 \cdot 10^5\,MPa$

$$\frac{F}{S} \leq \sigma_{Dt} \Rightarrow S = \frac{F}{\sigma_{Dt}} = \frac{2 \cdot 10^3\,N}{160\,MPa} = 12{,}5\,mm^2$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12{,}5\,mm^2}{\pi}}$$

$$d = 3{,}989\,mm$$

$$d = 4\,mm$$

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot S_{skut}} = \frac{2 \cdot 10^3\,N \cdot 1500\,mm}{2 \cdot 10^5\,MPa \cdot 12{,}566\,mm^2} = 1{,}19\,mm$$

$$S_{skut} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4^2\,mm^2}{4} = 12{,}566\,mm^2$$

V-12 Navrhněte průměr d svorníku kruhového průřezu, který je namáhán na tah silou F

D: $F = 10^3\,N$ $\quad \sigma_{Dt} = 160\,MPa$ **U:** d

$$\frac{F}{S} \le \sigma_{Dt} \Rightarrow \underline{S = \frac{F}{\sigma_{Dt}} = \frac{10^3\,N}{160\,MPa} = 6{,}25\,mm^2}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow \underline{d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6{,}25\,mm^2}{\pi}} = 2{,}82\,mm}$$

$$\underline{d = 3\,mm}$$

V-13 Navrhněte rozměry obdélníkového profilu se stranami b, h, který je namáhán na tah silou F.

D: $F = 10^4\,N$ $\quad \sigma_{Dt} = 160\,MPa$ $\quad h : b = 2$ **U:** b, h

$$\frac{F}{S} \le \sigma_{Dt} \Rightarrow \underline{S = \frac{F}{\sigma_{Dt}} = \frac{10^4\,N}{160\,MPa} = 62{,}5\,mm^2}$$

$S = b \cdot h$, kde $h = 2b$

$$S = b \cdot 2b = 2b^2 \Rightarrow \underline{b = \sqrt{\frac{S}{2}} = \sqrt{\frac{62{,}5\,mm^2}{2}} = 5{,}59\,mm}$$

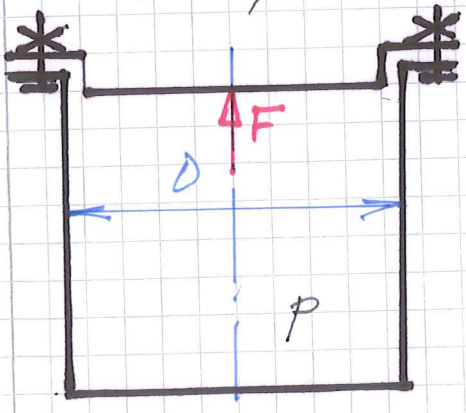
$$\underline{b = 6\,mm}$$

$$\underline{h = 2b = 2 \cdot 6\,mm = 12\,mm}$$

V-14 Určete potřebný počet šroubů víka hákové nádoby

D: $p = 8\,MPa$, $D = 80\,mm$, $\sigma_{Dt} = 100\,MPa$ **U:** i

Šrouby M8 (S_{min} =



TAH

$$\frac{F}{i \cdot S_S} \le \sigma_{Dt} \Rightarrow$$

ST

$$S_S = \frac{\pi d_3^2}{4} = \frac{\pi \cdot 6{,}466^2\,mm^2}{4}$$

$$\underline{S_S = 32{,}84\,mm^2}$$

$$\underline{i = \frac{F}{S_S \cdot \sigma_{Dt}} = \frac{40\,212{,}4\,N}{32{,}84\,mm^2 \cdot 100\,MPa} = 12{,}2}$$

$$\underline{i = 13 \text{ šroubů}}$$

$$p = \frac{F}{S_{víka}} \Rightarrow F = p \cdot S_v = p \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 8\,MPa \cdot \frac{\pi \cdot 80^2\,mm^2}{4}$$

$$\underline{F = 40\,212{,}4\,N}$$

V-15 Určete délku l měděného drátu o průměru d, který se působením síly F prodlouží o Δl

D: $F = 90\,N$, $d = 1{,}2\,mm$, $\Delta l = 0{,}25\,mm$ **U:** l

$E = 10^5\,MPa$

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot S} \Rightarrow l = \frac{\Delta l \cdot E \cdot S}{F} = \frac{0{,}25\,mm \cdot 10^5\,MPa \cdot 1{,}131\,mm^2}{90\,N}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1{,}2^2\,mm}{4} = 1{,}131\,mm^2 \qquad l = 314{,}16\,mm$$

V-16 Určete tloušťku stěny mezikruhového litinového sloupu s vnějším průměrem D, který je zatížen silou F

U: t

D: $F = 2 \cdot 10^6\,N$, $D = 300\,mm$, $d = D - 2t$

$\sigma_{Dd} = 80\,MPa$

TLAK

$$\frac{F}{S} \leq \sigma_{Dd} \Rightarrow S = \frac{F}{\sigma_{Dd}} = \frac{2 \cdot 10^6\,N}{80\,MPa} = 25000\,mm^2$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{\left(\pi \frac{D^2}{4} - S\right)4}{\pi}}$$

$$d = D - 2t \Rightarrow \qquad d = \sqrt{\frac{\left(\pi \frac{300^2}{4} - 25000\right) \cdot 4}{\pi}}$$

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{300\,mm - 240\,mm}{2} \qquad d = 241{,}18\,mm$$

$$d = 240\,mm$$

$$t = 30\,mm$$

V-17 Měděný a ocelový drát o stejné délce jsou namáhány na tah stejně velkou silou. Určete průměr měděného drátu d_2, jestliže požadujeme, aby se oba dráty prodloužily o stejnou hodnotu. Průměr ocelového drátu je d_1

D: $d_1 = 0{,}71\,mm$ $\quad E_1 = 2\cdot10^5\,MPa$ $\quad E_2 = 10^5\,MPa$ $\quad l_1 = l_2 = l$ $\quad F_1 = F_2 = F$ **U:** d_2

$$\Delta l_1 = \Delta l_2$$

$$\frac{F\cdot l}{E_1\cdot S_1} = \frac{F\cdot l}{E_2 S_2} \Rightarrow S_2 = \frac{E_1\cdot S_1}{E_2} = \frac{2\cdot10^5\,MPa\cdot 0{,}3952\,mm^2}{10^5}$$

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi\cdot 0{,}71^2\,mm}{4} = 0{,}3952\,mm^2 \qquad S_2 = 0{,}7904\,mm^2$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{S_2\cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\cdot 0{,}7904\,mm^2}{\pi}}$$

$$d_2 = 1\,mm$$

V-18 Určete potřebný počet drátků lana s průměrem d, má-li mít lano nosnost Q

D: $Q = 7{,}5\cdot10^4\,N$, $d = 2\,mm$, $\sigma_{Dt} = 300\,MPa$ **U:** i

TAH $$\frac{Q}{i\cdot S_1} \le \sigma_{Dt} \Rightarrow i = \frac{Q}{S_1\cdot\sigma_{Dt}} = \frac{7{,}5\cdot10^4\,N}{\pi\cdot 300} = 79{,}6$$

$$S_1 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi\,2^2\,mm^2}{4} = \pi\,mm^2$$

$$i = 80\ drátů$$

V-19 Určete velikost vnitřního průměru závitu dvou šroubů dělené ojniční hlavy, přes kterou se přenáší síla F

D: $F = 1{,}28\cdot10^5\,N$, $\sigma_{Dt} = 60\,MPa$ **U:** d

TAH $$\frac{F}{2S} \le \sigma_{Dt} \Rightarrow S = \frac{F}{2\cdot\sigma_{Dt}} = \frac{1{,}28\cdot10^5\,N}{2\cdot 60\,MPa}$$

$$S = 1066{,}7\,mm^2 = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow$$

$$d = \sqrt{\frac{4\cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\cdot 1066{,}7\,mm^2}{\pi}} = 36{,}85$$

V-20 Určete velikost napětí v tyči, které vznikne ve svorníku kruhového průřezu o průměru d a délce l po jeho ohřátí o ΔT, je-li zabráněno jeho volné deformaci.

D: $l = 1\,m$, $d = 30\,mm$, $\Delta T = 50\,K$, $\alpha = 1{,}22 \cdot 10^{-5}\,K^{-1}$, $E = 2{,}1 \cdot 10^{5}\,MPa$ **U:** σ_d

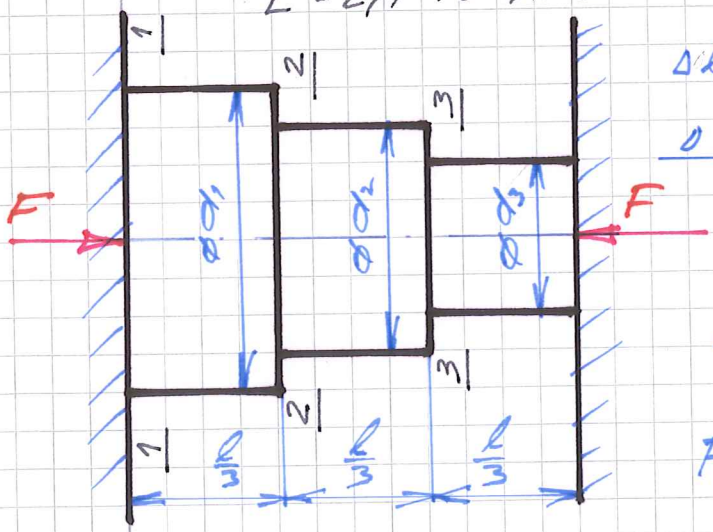
$$\Delta l = \Delta l_t$$

$$\frac{F \cdot l_0}{E \cdot S} = l_0 \cdot \alpha_l \cdot \Delta T \Rightarrow \sigma_d = \alpha \cdot \Delta T \cdot E = 1{,}22 \cdot 10^{-5}\,K^{-1} \cdot 50\,K \cdot 2{,}1 \cdot 10^{5}\,MPa$$

$$\sigma_d = 128\,MPa$$

V-21 Určete velikost napětí v místech 1-1, 2-2, 3-3 u svorníku po jeho ohřátí, je-li zabráněno jeho volné deformaci.

D: $d_1 = 40\,mm$, $d_2 = 30\,mm$, $d_3 = 20\,mm$, $l = 1\,m$, $\alpha = 1{,}22 \cdot 10^{-5}\,K^{-1}$, $\Delta T = 100\,K$, $E = 2{,}1 \cdot 10^{5}\,MPa$ **U:** $\sigma_{d1}, \sigma_{d2}, \sigma_{d3}$



$$\Delta l_c = l \cdot \alpha \cdot \Delta T = 1000\,mm \cdot 1{,}22 \cdot 10^{-5}\,K^{-1} \cdot 100\,K$$

$$\Delta l_c = 1{,}22\,mm \qquad \Delta l_c = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3$$

$$\Delta l_c = \frac{F \cdot \frac{l}{3}}{E S_1} + \frac{F \cdot \frac{l}{3}}{E S_2} + \frac{F \cdot \frac{l}{3}}{E \cdot S_3}$$

$$\Delta l_c = \frac{F \cdot l}{3 \cdot E}\left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3}\right) \Rightarrow$$

$$F = \frac{3 \cdot E \cdot \Delta l}{l\left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3}\right)} = \frac{3 \cdot 2{,}1 \cdot 10^{5} \cdot 1{,}22}{\frac{3}{1256{,}6} + \frac{1}{706{,}9} + \frac{1}{314{,}2}}$$

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} = 1256{,}6\,mm^2$$

$$S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} = 706{,}9\,mm^2$$

$$S_3 = \frac{\pi d_3^2}{4} = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 314{,}2\,mm^2$$

$$F = 142\,404\,N$$

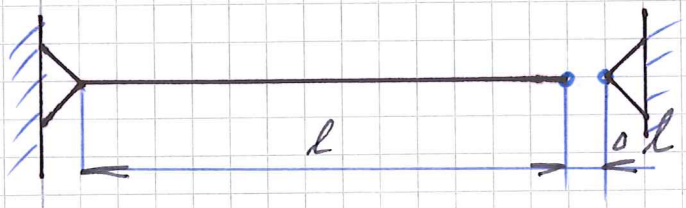
$$\sigma_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{142\,404\,N}{1256{,}6\,mm^2} = 113\,MPa$$

$$\sigma_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{142\,404\,N}{706{,}9\,mm^2} = 201\,MPa$$

$$\sigma_3 = \frac{F}{S_3} = \frac{142\,404\,N}{314{,}2\,mm^2} = 453\,MPa$$

V-22 Určete, o kolik stupňů musíme ohřát prut příhradové konstrukce pro usnadnění montáže a jaké napětí v něm vznikne po smontování a vychladnutí

D: $l = 1\,m$ $\Delta l = 1\,mm$, $S = 100\,mm^2$ U: ΔT
$\alpha = 1{,}22 \cdot 10^{-5} K^{-1}$, $E = 2{,}1 \cdot 10^5 MPa$ σ_t



$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow$

$\Delta T = \frac{\Delta l}{l \cdot \alpha} = \frac{1\,mm}{1000\,mm \cdot 1{,}22 \cdot 10^{-5} K^{-1}}$

$\underline{\Delta T = 82\,K}$

$\sigma_t = \alpha \cdot E \cdot \Delta T =$
$= 1{,}22 \cdot 10^{-5} K^{-1} \cdot 2{,}1 \cdot 10^5 MPa \cdot 82\,K$

$\underline{\sigma_t = 210\,MPa}$

V-23 Jak velkou silou F musíme při montáži působit na prut a jaké napětí v něm vznikne po smontování, je-li délka prutu l, průřez S a montážní nepřesnost Δl? Určete také hodnotu ohřátí ΔT pro dosažení stejného cíle

D: $l = 2\,m$, $\Delta l = 0{,}5\,mm$, $S = 200\,mm^2$ U: F
$\alpha = 1{,}22 \cdot 10^{-5} K^{-1}$, $E = 2{,}1 \cdot 10^5 MPa$ σ_t
ΔT

$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot S} \Rightarrow F = \frac{\Delta l \cdot E \cdot S}{l}$
$= \frac{0{,}5\,mm \cdot 2{,}1 \cdot 10^5 MPa \cdot 200\,mm^2}{2000\,mm}$

$\underline{F = 10500\,N}$

$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta l}{l \cdot \alpha} = \frac{0{,}5\,mm}{2000\,mm \cdot 1{,}22 \cdot 10^{-5} K^{-1}}$

$\underline{\Delta T = 20{,}49\,K}$

$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{10500\,N}{200\,mm^2}$

$\underline{\sigma_t = 52{,}5\,MPa}$